

DON PEDRO BERNARDO VILLARREAL DE BERRIZ Y SUS PRESAS DE CONTRAFUERTE(*)

Por JOSE A. GARCIA-DIEGO
Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos

Se ocupa este trabajo de un ingeniero hidráulico — entre otras cosas — que vivió en la época del barroco. Don Pedro Bernardo Villarreal de Berriz proyectó y construyó las primeras presas de contrafuertes de que se tiene noticia. Y además escribió sobre ellas. Es, por otra parte, un personaje interesante, pues, sin abandonar su condición de intelectual, contribuyó en varios campos al progreso material del País Vasco.

Las publicaciones sobre historia de la tecnología son, en España, poco frecuentes. En la presente se resumen, además de la vida de Villarreal, su libro y sus obras hidráulicas que, afortunadamente, se han conservado.

EXORDIO PERSONAL

Durante el curso que dio comienzo en 1944, fue mi profesor de hidráulica Don Antonio del Aguila y Rada. El interés que en mí despertó su clase tuvo como consecuencia que dedicara a esta especialidad — sin gran éxito — una serie de años de actividad profesional.

Mi asociación con Aguila comenzó, como alumno, en el laboratorio de hidráulica de la Escuela y en la oficina de Aguas y Saltos del Zadorra, entidad de la que él acababa de ser nombrado director. Allí se proyectó el salto de Barazar, en la iniciación de cuyas obras empecé a trabajar, residiendo en Villarreal de Alava, en el otoño de 1946, recién terminada la carrera.

En una de sus visitas, Don Antonio, que era, entre otras cosas, un bibliófilo distinguido, nos enseñó una de sus adquisiciones. Era un libro de Don Pedro Bernardo Villarreal de Berriz, titulado *Máquinas hidráulicas de molinos y herrerías y gobierno de los árboles y montes de Vizcaya*, y en el que se trataba, quizá por vez primera, de presas de contrafuertes.

Este tratado era interesante por muchas razones, a las que después aludiremos, pero además presentaba un pequeño problema: el autor citaba cinco presas por él proyectadas y construidas, ¿existirían todavía? Aguila nos encargó de localizarlas y tuvimos éxito; se habían conservado de un modo perfecto y seguían cum-

pliendo su misión; una derivando agua para una central eléctrica y las otras para molinos (1).

Don Antonio vino después con nosotros a verlas. En la foto (fig. 1) aparece en esta visita, de sobremesa, tras una muy buena comida en el alto de Urquiola; tranquilo y feliz, como me gusta recordarle.



Figura 1.

(*) Se admiten comentarios sobre el presente artículo, que pueden remitirse a la redacción de esta Revista hasta el 30 de noviembre de 1971.

Finalmente, escribió un artículo en el que dio a conocer un libro y unas estructuras que tienen cierta importancia en la historia de la tecnología (2). En él habla de continuar el estudio; sus muchas obligaciones seguramente se lo impidieron.

Desde estas ya lejanas fechas, Don Pedro Bernardo y sus presas han vuelto muchas veces a mi memoria. Y, finalmente, me he decidido a escribir sobre este vasco progresista; lo que también me permite evocar a uno de mis viejos profesores: y a mi juventud perdida.

EL HOMBRE

Don Pedro Bernardo Villarreal de Bériz, Caballero de la Orden de Santiago, Regidor de Lequeitio, Pariente Mayor, poseedor de varios Mayorazgos y de las Torres de Láriz, Bériz, Uriarte y Bengolea. Esta enumeración barroca deja en sombra al personaje real y, desde luego, no parece apuntar hacia el cultivo de la tecnología. Tampoco su pomposo retrato (fig. 2), nos dice mucho (3).



Figura 2.

Doy a continuación lo que sobre su vida he podido encontrar en libros y papeles.

Nació en Mondragón en 1670 y era de familia noble. Su madre estaba emparentada con los Condes de Monterrón y su abuelo, Don Sebastián de Villarreal, fue el primero que adoptó este apellido (se llamaba antes Ruiz de Avendaño) por poseer el señorío de la Villa de Villarreal de Alava. Casó este con Doña Josefa de Bériz Gamboa. De los antepasados de esta señora existen datos que se remontan hasta el siglo XII, con Pedro Ladrón de Guevara, señor de Oñate y de la Casa de Guevara, y su hijo, señor de Ulivarri-Gamboa (4), en Alava; uno de ellos se dice murió en 1410 en la conquista de Antequera, por el improbable suceso de ser "herido con un pasador de hierro venenoso"; otros intervinieron en las luchas entre gamboinos y oñacinos, en Villalar y en Pavía.

También el nombre de Bériz fue adoptado — antes era López de Gamboa — por el hijo de una señora de las casas de Bériz y Láriz, en Vizcaya, ya que el apellido llevaba aneja la calidad de Pariente Mayor (5).

Nada sabemos sobre sus estudios. Si fue a alguna universidad sería probablemente a la de Oñate, situada a poca distancia de su lugar de nacimiento. Pero si sus extensos conocimientos pueden hacernos suponer una formación universitaria, a ello se opone el que afirma en su libro estar emancipado y trabajando en una herrería a los dieciocho años. Y sobre todo el que su prosa no está contaminada por la retórica a la moda ni cita autores clásicos; lo que me parece corresponde mejor a un autodidacta, formado sólo por la experiencia ingenieril y por la lectura.

Dice en su obra que en 1694 empieza a cuidar de las herrerías de Bengolea. Ello nos da aproximadamente la fecha de su matrimonio con María Rosa de Bengolea, señora de la Torre de Bengolea, en Guizaburuaga — donde había él de construir presas —, y de la Torre de Uriarte, en Lequeitio, donde el caballero casi siempre vivió y habría de morir.

Esta Torre de Uriarte (fig. 3) es realmente un palacete del siglo XVII construido por un abuelo de esta señora, que puso en él sus complicadas armas, con sirenas en los lambrequines; Villarreal lo amplió y mejoró. Estaba comunicada con la llamada Torre de Turpín, más antigua y que también se conserva.

Tuvieron dos hijos y una hija. El mayor, Ig-



Figura 3.

nacio, Conde de Monterrón por su casamiento, colaboraba en los distintos negocios de su padre. El otro, Pedro José, como tantos segundos, entró en el ejército; combatió en el sitio de Gibraltar y en Italia, y llegó a brigadier. Se conserva su retrato (fig. 4). Ambos murieron sin sucesión. La hija, Ana María, casó con Iñigo Manso de Zúñiga, Conde de Herbias; existen descendientes directos que se citan más tarde.

Ya he dicho que su residencia habitual era Lequeitio. Veamos algo sobre esta villa, tomado de una descripción anónima, escrita en 1735, o sea, cinco años antes de la muerte de nuestro personaje (6).

Tenía, junto con sus arrabales de Athea, Elexatea y Arranegui, más de 300 cassas... de ellas ochenta y más de buena fábrica y de estas veinte y cinco y más sobresalientes. Si fuese de Castilla, se reputaría por de 500 vecinos, según la gente que tiene. Dependían también de

la villa las Ante-Iglesias y Repúblicas de Isparter, Guizaburuaga y Mendaja.

La actividad tradicional de sus vecinos era la pesca, en decadencia sin embargo, pues llegó a tener sesenta *barcos de espillón*, que cada uno se reputa de veinte hombres de tripulación, pero ya este número se había reducido bastante. Pesca de bajura, pero también *viajes de ballenas y vacallao*. El puerto era malo y peligroso: *en mareas vivas podrá haber agua para navío con carga de 60 toneladas; en las muertas, apenas pasa de veinte.*

En agricultura predominaba el viñedo que, en cambio, y debido, según parece, sobre todo a la afición local, estaba en auge: *hecho cálculo al quinquenio producirá de 12 a 14 mil ducados al año, que regularmente es suficiente para el consumo, por no ser lugar de passo, y en el solamente entran los que tienen que hacer su negocio; el vino se llama chacolin.*

La industria estaba representada por las fe-



Figura 4.

rrerías. Según la relación que seguimos, había siete en toda la ría, con doce fraguas y se labraban unos nueve mil quintales. Villarreal construyó, en la Villa, la llamada casa nueva de la Magdalena, "con sus lonjas y arragoas para quemar vena", y abrió un canal para que entraran a ella los barcos a descargar mineral y cargar hierro.

En resumen, Lequeitio tenía un buen nivel en relación con las posibilidades de la España de entonces; y aun descontando cierta exageración localista puede uno estar de acuerdo con el anónimo cronista en que *fuera de la ciudad de Sansebastián, es el mejor lugar y de gente más política que hay en toda la costa de la Provincia de Guipúzcoa y Señorío de Vizcaya.*

De esta villa, Don Pedro Bernardo Villarreal de Bériz fue tres veces regidor, cargo que también tuvo su hijo; por ello los emolumentos eran (en 1737) 1 755 reales de vellón *por el repartimiento de cuarto de escudo de plata por foguera, más 234 por el repartimiento de castigo de ladrones, más 192 de varios y 229,5 semestrales de Guizaburuaga.* Aunque no hay prueba alguna de que interviniera en ellos, citaremos algunos de los problemas hidráulicos municipales; por cierto sólo medianamente resueltos. Por ejemplo, las traídas de aguas a la fuente pública en 1724 y 1728. La primera exigió la construcción de una pequeña presa y conducción por cañería de barro *muy bien vernizada por dentro.* Pero *aunque se reconoció era el agua suficiente, daba algún género de asco para beberla.* En cuanto a la de 1728, se dice que *la mantención de dicha fuente es costosa, porque la cañería se puso superficial y las raíces de arboles y broza se meten dentro de ella, por bien que esté embetunada.* La segunda empresa la copiamos íntegra: *Siendo tan grande la sequía del año 1723, se vió la villa apuradísima por falta de molienda; y, como también todos los años se experimenta esta misma falta, se recurrió al dueño de los molinos yacentes de mareas en Esunza para que los redificase, quien, prefiriendo el alivio común al gran coste y poca utilidad suya, dispuso su redificación al año siguiente. Hay en ellos tres moliendas, pero casi sin fruto alguno, por lo poco que muelen, siendo la causa la represa de la misma mar, que no se desagua conforme requieren dichos molinos; por la misma causa los de la república de Ispaster convinieron con un vecino de la villa para que hiciese en su jurisdicción un molino de*

viento de la misma forma que el que está el mejor en la de Bilbao, contribuyendo la misma república con todo el material necesario, y su acarreto, sólo por que tuviessen molienda; y en efecto, el año 1729 se acabó dicho molino de viento en la zima de la cofradía de San Martín, media legua y algo más de esta Villa, y es conforme los que hay en Olanda; también es de tan poco útil como los sobre dichos molinos de mareas. Las ruinas de la obra hidráulica parecen indicar que el volumen previsto de embalse era muy insuficiente.

Pero las actividades principales de Villarreal eran industriales y comerciales. Hasta la aparición de un capitalismo incipiente, del que obtendría otros beneficios complementarios, en nuestro país suele identificarse a la aristocracia con la posesión de la tierra. Pero la propiedad estuvo siempre más repartida en el país vasco, y los nobles, aunque gozaran de privilegios, derivaron a labores productivas y accedieron, ya en el siglo XVII, a formas de vida burguesas. Constituyeron, como ha escrito Caro Beroja (7), "una clase poderosa, que tiene su sede en los núcleos de población mayores, como Bilbao o en las villas costeras, y que corresponden a lo que en Inglaterra se denomina *the gentry*... En el siglo XVIII aumenta, si cabe, la influencia de esta clase, y si bien es verdad que los representantes de ella solicitan hábitos, títulos, honores y dignidades, en el fondo se ve que están más atentos a lo que pasa en el mundo que a lo que ocurre en la corte. El precio del hierro o la calidad de los fletes son sus preocupaciones primordiales".

Las líneas anteriores definen muy bien a nuestro hombre. La existencia de una infraestructura social más igualitaria que en el resto de la península — simbolizada en la frase "para estar, ser hidalgo necesitar" — fue sin duda el motor principal para que, en frase de Ramón de Basterra, sean notorias las capacidades del vasco para empresas de hacer y edificar. Y seguramente por ello también tuvieron en el País Vasco más repercusión que en el resto de España ciertas medidas razonables, en cierto sentido anunciadoras de la Ilustración y que intentaban dirigir a la clase dominante hacia actividades útiles. En 1682 se declaró compatible la nobleza con la posesión de fábricas, y a principios del siglo XVIII — y por cierto en una Real Provisión que concierne a la Real Compañía Guipuzcoana de Caracas, de la que probablemente Villarreal

sería accionista — se permite que puedan dedicarse al comercio “sin perder por ello su nobleza”.

Ya en el siglo XVII la tecnología tuvo que enfrentarse con un consumo creciente de hierro, lo que resolvió aumentando el rendimiento de los hornos. En este proceso, la fuerza hidráulica desempeñaba las dos funciones fundamentales de mover los fuelles y los martillos.

El naciente capitalismo vasco aprovechó esta coyuntura. Para ello disponía de mineral de hierro de alta calidad y de fuerza hidráulica en ríos no muy caudalosos, pero con estiajes menos duros que en otras zonas. Y, por tanto, las ferrerías se multiplicaron (8).

Villarreal expone en su libro la evolución de la industria en la forma siguiente: *De ancianos de la Villa de Mondragón, en la Provincia de Guipuzcoa, tengo oído que avrá ciento y cincuenta años que se labraba el acero a fuerza de brazos; y después alcancé yo la fábrica de acero en Herrerías de agua, y fue mucho lo que se aumentó el comercio, y vecinos aquel Lugar, hasta que se perdió todo, aviendose hallado en Alemania la invención de convertir el hierro en acero, y después averse estendido a Francia, y otros Reynos. Pero se recobraron pronto de este revés, y aún más los que como él fabricaban, por forja, productos elaborados o semielaborados, principalmente llantas y flejes.*

El paso siguiente en este desarrollo capitalista tenía lógicamente que ser la creación de una flota capaz de exportar estos hierros, utilizando el flete de retorno para importar productos exóticos, y ello aprovechando la franquicia arancelaria de que gozaban los puertos vascos.

Y, como consecuencia, el trabajo de este Caballero de Santiago se organiza en las tres vertientes complementarias que hoy se denominarían siderúrgica, naviera e *import-export*. Y todavía completaba el ciclo al ser capaz, por una parte, de construir navíos, y, por otra, de proporcionar el combustible para los hornos con el producto de explotaciones forestales. En efecto, Don Pedro Bernardo plantó muchos árboles. Entre ellos, cuatro mil en Bériz y treinta mil en la hacienda de Bengolea, donde, en 1729, tenía viveros de unos veintiseis mil cajigos en condiciones de plantarse en breve (9).

Otra de sus actividades fue la arquitectura, en la que se le tenía por muy entendido. Proyectó la bóveda de la iglesia de San Miguel de Arrichinaga, aunque finalmente el maestro de

la obra, José de Lizardi, escogió otra solución de mayor diámetro. Pero no le faltaba trabajo con las numerosas casas propiedad de la familia. Además de las ya citadas, reconstruyó, entre otras, la Torre de Bengolea, que aún existe como casa de labor (fig. 5) y que puede identificarse por el escudo de la familia de su mujer: un león rampante y una estrella. Como la Torre de Uriarte, es hoy propiedad de una descen-



Figura 5.

diente directa del caballero. En Bériz tenía también dos torres. Una, que llevaba el mismo nombre del pueblo, desapareció en el siglo pasado. La otra, llamada de Láriz, subsiste, y él la construyó o reconstruyó. Tiene un escudo, no sé si suyo, con la oscura divisa: “Quien el Campo Benció Irompió La Cadena Ponga Corona y Alce Pendón, Lobos y Caldera”.

En 1726 Villarreal contrata para vender sus hierros a un bilbaíno, D. Pablo Francisco de Yrisarri, que poco a poco se convierte en su hombre de confianza, incluso para problemas familiares. Las cartas de Yrisarri (más de setecientas entre 1726 y 1750, sin incluir numerosas cuentas, como la de venta de hierro que reproducimos en la figura 6, y otros documentos) tratan fundamentalmente de negocios y nos permiten comprobar cómo atendían a ellos con eficacia extremada; lo que era, desde luego, totalmente necesario estando el mercado del hierro y el de las contrapartidas importadas sometidos a fluctuaciones importantes de cambios, ligadas casi siempre a la situación internacional. Pero también se discurre en ellas de los

Cuenta de 3242: 7½ quintales de Hierro fundida
 que en 17312. B. me tiene el Mirador de la Cuenca de Hierro, el Sr. D. Pedro Bernado
 de Villazuel, J. Ferrer, vecino de Logroño, como por menor dice Cuenca Cuenca

	Quin	Damas
1730		
Abril 29. Conel Sr. de Urreandé	300	1015
Mayo 5. Con Sr. de Aceaue	100	343
Yo con Andres de La Ojar	300	1020
Junio 19. Con Sr. de Orbeta	200	685
Tho. Con Sr. de Aceaue	200	690
22. Con Sr. de Gardoqui	100	335
Julio 10. Con Sr. de Orbeta	200	649
Tho. Con Sr. de Gardoqui	200	661
Sept 22. Conel Navio Va Anagua	421 ½	1403
1731 Nov 3. Con Sr. Anoncio de Alcondano	423	1375
Abril 11. Con Sr. Anoncio de El Casaga	250	882
Julio 10. Conel Sr. de Aceaue en 22 de Junio	221 12	756
Julio 11. Con Sr. Andres de Arriaza	292 3	992 ½
Sept 27. Con Sr. de Aceaue	35	119 ½
	<u>3242: 7 1/2</u>	<u>10912: 33</u>

Cuenta de Venta de los 3242: 7½
 Expressados Anua
 1730 años

	Quin	B.	
Abril 29. Con Sr. de Anzique de Santavazay a 72 ½ v. en alcomado	284: 37	930	13/691:
Mayo 5. Al dicho al mismo precio alcomado	100	343	4/817:
20. Al dicho a 72 ½ v. vellon alcomado	157: 60	546	7/580: 20:
Junio 19. Con Sr. Andres de Echaurrazia ¼ al comado a 74 ½ v. en	400	1355	19/733: 20:
22. Con Sr. Salvador de Ology a 5 m a 50 v. en	100	335	5/000:
Julio 10. Con Sr. de Santavazay los 81 ½ q. a 74 ½ v. en a 72 ½ alcomado	387: 135	1271	18/777: 12:
Noviembre 15. Con Sr. Juan Souver a 8. m. a 74 ½ v. vellon	120: 3	406	5/920: 30:
1731 29. Con Sr. de Ology alcomado a 70 ½ v. en	30: 44	100	1/423:
31. Con Sr. de Souver a 6 m a 50 v. plata	447: 83	1484	20/291: 11:
31. Con Sr. de Souver a 6 m a 50 v. plata	423	1375	21/150:
Abril 11. Con Sr. de Aceaue de Santavazay alcomado a 72 ½ v. en	250	882	12/000:
Junio 22. Al Sr. de Aceaue de Santavazay alcomado a 70 ½ v. en	221: 24	756	10/430: 15:
Julio 10. Con Sr. de Aceaue a 65. R. v. en	100	348	4/333: 11
1732 Nov 3. Con Sr. de Aceaue a 65. R. vellon	228	766	9/880:
	<u>3242: 7 1/2</u>	<u>10923: 1/2</u>	<u>155029:</u>

Por Gastos de recibos, Longapes y Comisión 1300: ..
153/729:

ca necio. Rendimiento, sin imperjuicio á la Cobranza de lo bendido a Sr
 Juan Souver de lo abonados en su cuenta corriente al Sr. D. Pedro Bernado de
 Villazuel, Cienos, y quinientos y noventa y cinco Cienos y veinte y cinco reales de
 vellon (Salvo yerro) Bilbao y febrero 13 de 1732 años

Mano firmada
 Pedro Bernado de Villazuel

Figura 6.

grandes acontecimientos europeos y, aún más, de los pequeños acontecimientos bilbaínos. Y esta parte ha sido extractada por Gonzalo Manso de Zúñiga, en el trabajo titulado "Cartas de Bilbao" (10). Recomendamos su lectura pues, con muy buen estilo y humor, describe la vida cotidiana de esta época.

Las cartas están llenas de detalles sobre Don Pedro Bernardo y su vida confortable y refinada: desde sus vinos favoritos — "canaria y rancio" — a sus compras de muebles, relojes ingleses, pelucas y trajes complicados, uno sólo de los cuales lleva 7 docenas de botones grandes y 7 docenas de botones menores. Los envíos periódicos de pólvora hacen creer que su distracción fuera la caza. Su casa, que ha resistido bastante bien las convulsiones de la historia, es muy cómoda y alhajada con buen gusto; en el comedor se conserva un bello papel chino, de los que en el siglo XVII se introdujeron en Europa e hicieron furor, especialmente en Inglaterra.

También solía Don Pedro Bernardo hacer viajes a la Corte, para defender los intereses del Señorío de Vizcaya y, seguramente, también los suyos. La costumbre se mantiene hoy. El viaje es más cómodo, pero probablemente no ha variado la dialéctica ante los grandes burócratas. Se contó también entre los diputados por el Señorío que fueron a rendir homenaje a la Reina María Luisa de Saboya cuando la Corte, durante la guerra de sucesión, se fijó en Vitoria.

Pero, a pesar de todas estas actividades, creemos que Don Pedro Bernardo era, fundamentalmente, un intelectual. Dejó a su muerte una biblioteca con mil cuerpos de Libros, de Mapas, Historias y matemática en estantes de ebano, cifra importante para la época y hemos encontrado también referencias a instrumentos científicos. Muchos de estos volúmenes los hizo traer de Francia, Holanda e Inglaterra (sólo en 1734, doce cajones de estos dos últimos países), y sabiendo el matiz humanista que entonces tenía todo científico, es seguro que, junto a los libros que cita en su obra, habría otros de Montaigne, Bacon e incluso del joven Voltaire, del que los "Elements de la philosophie de Newton" se publicaron en 1738. El interés por acrecentar su biblioteca debió ser constante; cuando su hijo Pedro José marcha a la guerra de Italia le pide traiga "libros para Lequeito". Y en una carta su administrador le

anuncia el envío del *Calendario de Francia y gaceta con que tendrán vms. conque divertirse un rato y más si el Médico y Asterrica empiesan en el ergo a interpretar sutilezas*. Debe recordarse que ya desde la segunda mitad del siglo XVII las tertulias fueron muchas veces los centros de difusión de las ideas científicas y filosóficas modernas.

Además tenía un bien ordenado archivo que poseen sus descendientes y que, en su mayor parte, se encuentra aún en la Torre de Uriarte. Junto a la correspondencia privada y de negocios, tuve la satisfacción de encontrar los legajos dedicados a las ciencias, principalmente matemáticas y astronomía. Hay correspondencia con científicos italianos, franceses y españoles y copias autógrafas de sus trabajos. Y, también, un legajo donde, bajo el nombre de "Problemas de Villarreal", aparecen muchos resueltos por el caballero. Todo ello parece de interés manifiesto y merecería un estudio más detallado. Su conocimiento de la astronomía era sabido de los lectores de su libro, ya que da como una de las razones para publicarle *porque no suceda lo que experimenté en unos Cartapacios, que escribí de Geometría, Sphera, Trigonometría, y otras cosas precisas para la Nautica para algunos a los que enseñé la Navegación: y de los muchos traslados, que sacaron, algunos llegaron a mis manos, y los hallé tan trabucados en estilo, y orden, que ni yo, que los compuse, podía entenderlos*. Quizá un día se encuentren en el archivo familiar. En cuanto a su labor de enseñanza, seguramente desinteresada, contribuyó a lo que la relación de 1735 dice de los lequeitanos: *Sus habitantes son económicos y bien entendidos; algunos son mathematicos y enseñan pilotage; hay al presente sobre 70 Pilotos que han estudiado en esta villa navegando con mucho crédito en las Armadas Reales y navíos de particulares* (11).

En 1730 un barco propiedad de Don Pedro Bernardo, mandado por el capitán Goicoechea, es apresado en el canal de Inglaterra por corsarios argelinos. Lo tenía en parte asegurado en Amsterdam, pero se ofrece a pagar el rescate del capitán; lo que finalmente cuesta 1 200 pesos, de los que él sólo pone 500 y el resto procede de una colecta hecha en Bilbao. Como debía ser hombre poco amigo de retrasos, a los cuatro meses de perder el barco ha hecho ya construir otro, llamado el "Antigua", que hace su primer viaje con velocidad notable (cinco

días a El Havre), comentando su dueño que *la bondad suple la lamentación del coste*.

En 1731 muere Don Juan Bautista Villarreal Gamboa, su hermano. No se sabe mucho de él, aunque parece que era también un científico — parte de los papeles del archivo deben ser suyos — y que acompañó al Duque de Medinaceli cuando este fue Virrey de Nápoles.

Otro hermano, Don Sebastián, muere en 1736, y en forma poco de acuerdo con las convenciones del *establishment*. Era un solterón y solía pedir dinero al mayorazgo. En una confusa noche bilbaina se emborrachó, contrajo matrimonio, testó — es de presumir que a favor de la dama — y, de madrugada, falleció. Don Pedro Bernardo se apresuró a ir a Madrid a impugnar el testamento; Don Sebastián tenía, en efecto, algunos bienes en usufructo, mientras no se casara. Y aprovechó este viaje para visitar al impresor de su libro de hidráulica y, seguramente, para corregir las pruebas. Los primeros ejemplares llegan a Lequeitio en diciembre y los reparte a sus mejores amigos de esta villa y de Zarauz, Marquina y Bilbao. La obra parece tuvo éxito, como prueba el que su administrador, al año siguiente, le pida los ejemplares que pueda tener de sobra. Y también la existencia de copias manuscritas contemporáneas, una de las cuales es la que poseía Don Antonio del Aguila.

El 19 de febrero de 1740, tras una breve enfermedad, muere Villarreal, en Lequeitio. En los últimos años se quejaba en sus cartas de mala salud, especialmente de "fluxión del pecho". No he podido comprobar si su familia ejerció el derecho de enterramiento en la parroquial de Bériz (12).

SU TIEMPO

Para situar las coordenadas vitales del personaje, diremos algo sobre los acontecimientos del período 1670-1740.

En cuanto al contexto social, decisivo para la evolución científica y tecnológica, el siglo XVII y la primera parte del XVIII fueron en Europa tiempos de crisis, y también de fenómenos revolucionarios. El especial clima de esta época ha recibido distintas explicaciones. Unos consideran como su único origen una crisis de producción y suponen que la fuerza motora de la rebeldía fue la burguesía enfrentada con un sis-

tema económico feudal, restrictivo, inadecuado y ya obsoleto. Ello me parece, en gran parte, verdad. Pero debe tenerse en cuenta la existencia de otras facetas no económicas; así lo ha hecho H. R. Trevor-Roper, que prefiere definir el fenómeno como una "crisis general" que interpreta como una ruptura en la relación de la sociedad con el Estado (13).

La primera etapa de la vida del caballero corresponde a la minoría de Carlos II y regencia de María de Austria, y después a las guerras, siempre perdidas, con Francia, que resultan en las paces de Nimega y Ratisbona. Todavía en 1689 se inicia otro largo conflicto que culmina en la toma de Barcelona por los franceses (1697) y, en el mismo año, en la firma de la paz de Ryswick. Ya entonces las condiciones no son tan duras porque Luis XIV, ante la evidente desintegración física de Carlos II, empieza a poner en práctica sus planes para que un Borbón sea su heredero.

No es necesario detallar las intrigas a que esta sucesión dio lugar. Citaremos sólo — por afectar a la patria chica de Villarreal — que en 1698, Luis XIV, no viendo seguro el éxito total, ideó, como mal menor para sus intereses (e incluso firmó sobre ello tratados secretos con Inglaterra y Holanda) la división de la monarquía española entre los tres pretendientes: Felipe de Anjou, José Leopoldo de Baviera y el Archiduque Carlos. En el reparto reservaba para su nieto Guipúzcoa, junto con Nápoles, Sicilia y los puertos de Toscana. Pero en 1700 muere el rey, nombrando a Felipe su heredero.

La guerra de sucesión española — una verdadera guerra europea — ocupa el período de 1700 a 1715. El País Vasco abraza la causa de Felipe V, y el acertar la carta triunfadora hace que pueda, a diferencia de Cataluña, conservar sus fueros y privilegios, que la acentuación borbónica del centralismo austríaco amenazaba.

La última etapa de la vida de Villarreal corresponde a la consolidación de la monarquía borbónica. Dentro de España se obtuvieron entonces algunos resultados interesantes. En lo exterior, en cambio, un tardío intento de *realpolitik*, no respaldada por una adecuada potencia industrial, condujo a repetidos fracasos. Una de estas aventuras llevó a la ocupación por los franceses de parte del País Vasco; en un cierto momento sitiaron Lequeitio, y San Sebastián vino en su ayuda, pasando víveres con chalupas entre los barcos de guerra enemigos.

Pero más importante que este ligerísimo resumen de historia externa es el referirnos al estado del pensamiento científico. No podemos hoy suponer que la invención de las presas de contrafuertes, adelanto tecnológico interesante, aunque, desde luego, no fundamental, haya nacido espontáneamente en la mente de Villarreal. Citemos un libro reciente del Profesor López Piñeiro (14): "La superación del método de las grandes figuras ha conducido a estudiar el desarrollo del pensamiento científico a través de las transiciones que sin solución de continuidad se producen en situaciones sociales concretas. A esta luz resulta insostenible la imagen que explicaba el nacimiento de la ciencia moderna a merced exclusiva de la capacidad creadora de un grupo escogido de genios. Su lugar lo ocupan en la actualidad los análisis relativos al complejo proceso que durante varios siglos llevó a la superación de la ciencia tradicional y su sustitución por la moderna."

Podemos fechar con bastante aproximación el nacimiento de la ciencia moderna, en el sentido que hoy damos a este concepto. Con gran exactitud lo ha hecho Jacques Monod en un libro muy importante (15): "La piedra angular del método científico es el postulado de la objetividad de la Naturaleza. Es decir, la negativa sistemática a considerar como capaz de conducir a un conocimiento "verdadero" cualquier interpretación de fenómenos dada en términos de causas finales, es decir, de "proyecto". Puede fecharse exactamente el descubrimiento de este principio. La enunciación, por Galileo y Descartes, del principio de la inercia no sólo fundaba la mecánica, sino también la epistemología de la ciencia moderna, aboliendo la física y la cosmología de Aristóteles." Galileo (1564-1642) y Descartes (1596-1650) no están demasiado lejos del período de que tratamos. Y en cuanto a España, la idea de hacer coincidir el reinado de Carlos II con la máxima decadencia científica está siendo sujeta a revisión. Es, en cambio, en el último tercio del siglo XVII cuando aparecen en nuestro país científicos modernos, en sentido estricto. Y estos, a los que se conoció con el nombre de *novatores*, tuvieron que trabajar haciendo, al mismo tiempo, frente a la oposición de los tradicionalistas: algunos de sus nombres aparecerán cuando veamos los autores citados en el libro de máquinas hidráulicas (16).

EL LIBRO

En la figura 7 aparece su portada. La dedicatoria a los *Cavalleros y Proprietarios* me parece que sirve al autor para recordar su condición de guipuzcoano por nacimiento y vizcaíno por adopción.

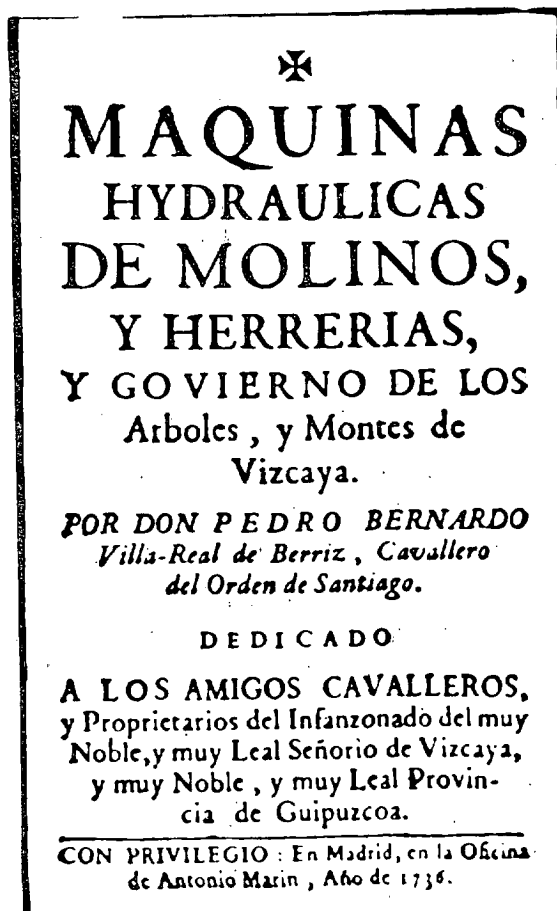


Figura 7.

Las primeras páginas llevan tres censuras. Dos de jesuitas, Pedro de Fresneda y Gaspar Alvarez — maestros de matemáticas en el Colegio Imperial y en el Real Seminario de Nobles, respectivamente —, y una de un alférez en las Reales Guardias Valonas, Don Fermín González, y también la licencia del Ordinario y el privilegio Real.

Los tres censores que certifican que el libro no contiene *cosa que se oponga a nuestra Santa Fé, y buenas costumbres, y Regalías de su Majestad* rivalizan en alabanzas al autor y también, desgraciadamente, en mala retórica. Citan, generalmente no muy a cuento, al historiador de

Felipe de Macedonia, a Sidonio Apolinar, Plinio, Aristóteles, Gaspar Scotti, San Cipriano, Dechales, Casiodoro, Horacio, Silio Italico, Ovidio y Owen, con buenos latines entreverados. Ejemplo del estilo del P. de Fresneda: *Con sutil delicadeza, discurre en los molestos campos de la Geometría, en los valles divertidos aunque oscuros, de los Cálculos, en los bosques intrincados de la Maquinaria; y passando de lo molesto a lo gustoso, da reglas ciertas de adelantar los ingenios, fertilizar Campos, utilizar Montes, y aprovechar aguas.*

En el prólogo, Villarreal dice ser el origen de su obra las instancias de sus amigos a los que, durante años, había ayudado con su experiencia en herrerías y molinos, facilitándoles planos y métodos de cálculo. Y que fue desde su juventud muy inclinado a las matemáticas y para escribir el libro repasó la estática, la hidráulica y la teoría de máquinas. Cita la frase de Ozanam, llena de orgullo tecnológico: *si las Mathematicas se dividieran en Estaciones, como el año, la maquinaria fuera el Otoño, por aprovecharse en ella el fruto de todos los trabajos.* También, como en los muchos libros, especialmente franceses, que ha consultado, no se encuentran reglas para el proyecto de molinos y herrerías; dando como ejemplos las Memorias de Artillería de S. Remy y el Compendio Matemático de Tosca, autor al que sin embargo alaba; y muy merecidamente, pues fue una de las pocas figuras importantes de la técnica española en esta época.

Se queja de su vejez y quebrantada salud, *quedando sólo mortificado de las pocas figuras que lleva* (el libro), *por no estar mi mano trémula para delinear, ni poderse encargar a quien no entiende la Facultad.* Lo que es sólo coquetaría, pues están muy bien dibujadas (17). Hace luego constar el carácter exclusivamente práctico del libro, dirigido no a los matemáticos, sino a los propietarios y administradores.

El libro primero trata de las presas y del dimensionamiento de las tomas para las ruedas hidráulicas.

Comienza por confirmar que la presión del agua es sólo proporcional a su altura y niega algunos errores populares. Pasa después a dar las reglas empíricas por las que se proyectaban las presas de gravedad. Aparecen, con notación moderna, en la figura 8; recuérdese que se trata de azudes de poca altura en los que el perfil robusto ha sido de rigor durante siglos.

La coronación horizontal será *de buenas losas, ligadas con grampones de hierro emplomados.* En planta recomienda aumentar la longitud, para disminuir la lámina vertiente. El paramento de aguas arriba debe llevar un recubrimiento de maderas calafateadas, a las que llama "colomas": su función es defender del agua a la obra de cantería durante los primeros tiempos, siendo después superfluo.

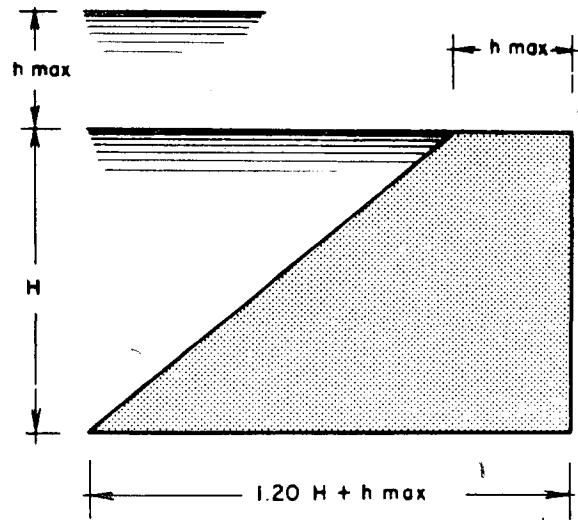


Figura 8.

Ya definidas estas presas, que él llama antiguas, describe su propio sistema, que considera conduce a obras más seguras, firmes y de menos coste. En cauces estrechos la presa debe ser de un solo arco; en los otros, se proyectan los que sean necesarios. Pero ateniéndose a las reglas de la figura 9, que lleva también notación moderna y, por tanto, sólo deben considerarse como aproximadas, para azudes bajos y teniendo siempre en cuenta que la tecnología de entonces — como la de ahora — tenía que ajustarse a las circunstancias del terreno y a otras variables. Así, por ejemplo, algunas de las presas que construyó tienen arcos de luces distintas; pero entonces proyecta todos los contrafuertes del mismo espesor, seguramente por consideraciones estéticas.

Llevar un revestimiento de mampostería que comprende ambos paramentos y las juntas. El cuerpo de la presa es de piedra menuda y mortero. Las juntas y la cara interna de la mampostería de las bóvedas se tratan con betún. El resultado de estos métodos fue la construcción

de obras muy sólidas que han llegado a nuestros días sin apreciarse en ellas desperfecto alguno. Todo lo anterior es para el caso de tener un cimientado accesible en roca. Si no es así, recomienda construir presas de madera. Pero también pueden ser de fábrica, proyectándose entonces lagares, que los ingenieros llaman *pilotaje*. Estos pilotes deben servir de cimientado

rias. Cuenta también cómo, después de haber proyectado empíricamente, con estas experiencias, y con lo que desde mi juventud fui inclinado a las *Mathematics*, me dediqué a la *Stática*, en cuyos *Tratados* hallé toda la satisfacción que quise, y un gusto grandísimo en hallar mis experiencias muy correspondientes a las reglas que hallaba en los Autores; y así mi inclinación

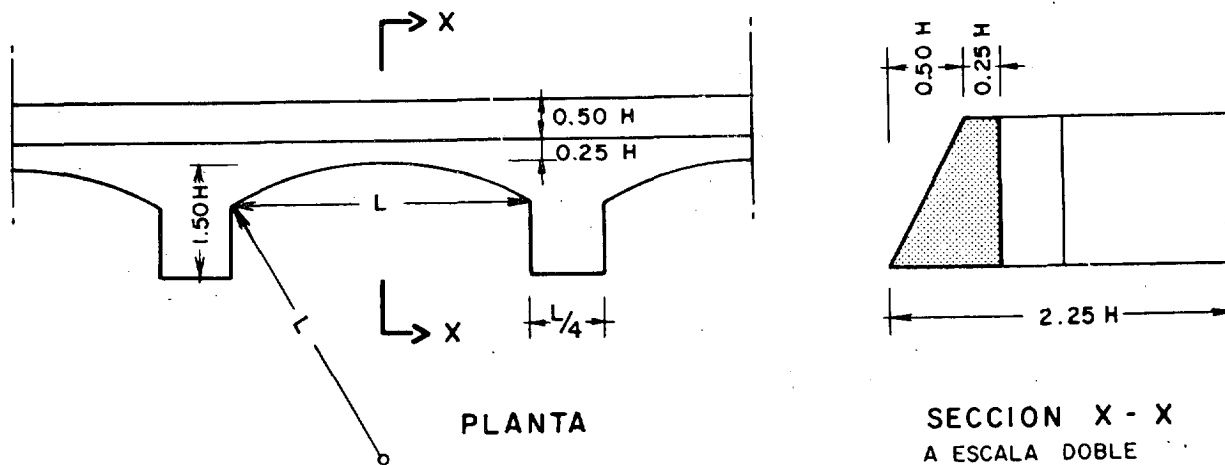


Figura 9.

a la obra, pero también situarse en la zona inmediatamente aguas abajo, para prevenir la erosión a que daría lugar la lámina vertiente; recuerda que deben siempre quedar sumergidos, porque la madera en agua es eterna, y descubierta tiene poca duración.

En los capítulos III y IV se dan reglas para el proyecto de la obra civil de los molinos y se hace referencia a las dimensiones de los saetines, que él llama *cañones* o *surtideros*, partiendo del salto útil.

En el libro segundo se estudian muy detalladamente las herrerías y especialmente el dimensionamiento de las ruedas hidráulicas. Como siempre, apoya sobre bases científicas su experiencia práctica, que era muy grande, pues había montado instalaciones importantes en Berriz, Lequeitio, Guizaburuaga y seguramente en muchos otros sitios de los que no tenemos noticia. Merecería esta parte un análisis detallado, para ver si también introduce alguna novedad en tal campo (18).

Eran estas factorías objeto del mayor interés para el caballero; y no sólo como fuente de ingresos, sino porque, como dice, *si se repara bien, son admirables las máquinas de las Herre-*

se fué cebando y aumentando tanto, que aunque otros han cuidado de los materiales, y labranza de las Herrerías, he cuidado siempre de sus obras, asistiendo a ellas; y cuando la falta de salud me lo ha embarazado, he dado medidas, e instrucciones.

Finalmente el libro tercero se titula *Reglas y observaciones para la administración y gobierno de los Montes de Vizcaya*. Comienza con un estudio de las distintas unidades de medida que entonces se empleaban. Da después reglas generales y luego especiales para los distintos tipos de árboles: manzanos, castaños, robles, encinas, hayas, nogales y fresnos.

La exposición es en todo el libro clara y el razonamiento basado no en la tradición, sino en el cálculo, comprobado o modificado por la experiencia. O sea, ya totalmente dentro de la línea del pensamiento moderno.

Es interesante indicar los autores que cita.

En la parte de presas, molinos y herrerías son los siguientes, omitiendo aquellos a los que ya nos hemos referido. El caballero de Clayrac ("Disertación sobre la fábrica de la presa de Basacle de la Garona, en Tolosa de Francia"), Pascal, Mariotte y de la Hyre ("Tratado de me-

cánica”), Henao (“Antigüedades de Cantabria”), Reaumur (“Arte de convertir el hierro en acero y de suavizar el hierro colado”) y Merceno. En la parte de árboles y montes: Medrano, Jacobo Kresa (“Proposiciones selectas de Arquímedes”), el abad de Villemont (“Curiosidades de la Naturaleza y del Arte sobre la Vegetación, u Agricultura en su perfección”, que a su vez cita al señor Bacón, *Chanciller de Inglaterra*), y Zaragoza (“Fábrica y uso de varios instrumentos matemáticos”); por cierto que desconfía de la tabla de unidades de este notable matemático, por un error descubierto con un pie real de París, en bronce, muy exacto, que dice tener en un estuche. También le decepciona la obra de Agrícola “La Agricultura perfecta, o nuevo descubrimiento tocante a la cultura, y multiplicación de árboles y flores”, que vio en una gaceta de Holanda y se hizo traer de Amsterdam por un amigo, y ello porque aunque *sin duda alguna habla, como muy docto Philosopho, y Anothomico... pero se detiene y dilata tanto en estos discursos, que aunque muy conveniente para inferir de ellos muchas cosas útiles para la práctica, solo un Medico Anothomico puede tener paciencia para leerlos. Pero también porque al intentar reproducir sus experiencias no llega a ningún resultado. Y, por último, al citar la obra de Miguel Agustín, traducida del catalán al castellano por el mismo autor, “Libro de los Secretos de Agricultura, Casa de Campo Pastoril”, dice aunque antiguo, trae muy buenas cosas, de que se seguirán algunas; lo que en una época en que la tradición aún era tan fuerte remacha aún más su filiación entre los novatores.*

Estas lecturas muestran claramente a Villarreal como un intelectual muy bien informado y de cultura fundamentalmente francesa, como era normal en su época y aun en las siguientes.

LAS PRESAS

Como conclusión de este estudio voy a procurar establecer el lugar que corresponde a Villarreal en la historia de las obras hidráulicas.

Es, desde luego, su libro uno de los primeros en ocuparse, de modo especial, del proyecto y construcción de presas y, como tal, merecería ser reeditado. Y en cuanto a la invención de las presas de contrafuertes parece debe, sin duda alguna, atribuírsele.

Intentemos razonar esta afirmación. En primer lugar creo que la clasificación de las obras de habla inglesa, en las que se consideran presas de contrafuertes todas las que tienen estos elementos resistentes, es la lógica; estableciéndose después en ellas divisiones de acuerdo con el tipo de pantalla. Esta puede estar constituida por las mismas cabezas de los contrafuertes — la llamada corrientemente en España presa de contrafuertes —, por una estructura de hormigón armado (Ambursen) o por bóvedas.

De todos estos tipos, los tratados clásicos de hidráulica suelen dar como el ejemplo más antiguo la presa de Meer Allum o Mir Alam, en la India, proyectada por ingenieros franceses y construida en 1806. Su máxima altura es de 12 metros y la longitud de coronación 914 metros. Las bóvedas tienen el paramento de aguas arriba vertical y un espesor fijo de 2,60 m; su radio — y, por tanto, el espaciamento de los contrafuertes — varía fuertemente, de 21 a 45 metros: probablemente para adaptarse bien al terreno.

En cuanto a la inclinación del paramento de aguas arriba, que ayuda a la estabilidad del conjunto y que ya hemos visto utilizaba Villarreal en la primera mitad del siglo XVIII, se atribuye al ingeniero australiano J. D. Derry, que construyó presas de mampostería en la aún más tardía fecha de 1891.

La primera presa tipo Ambursen fue proyectada y construida por el ingeniero de este nombre en Theresa, N. Y., el año 1903. Y en cuanto a las presas de hormigón en masa con la cabeza del contrafuerte como elemento resistente e impermeabilizador, los ejemplos más antiguos son, en cabeza redonda, los proyectos del ingeniero americano F. A. Noetzli, de los que el primero construido fue la presa de Don Martín, en Méjico (1928). Y con paramento aguas arriba plano, el mismo año, la presa española de Burgomillado, proyectada por el ingeniero de Caminos Don Federico Cantero; curiosa estructura, sin juntas y, por tanto, en cierto sentido más primitiva que sus predecesoras del siglo XVIII, pero que funcionó por muchos años perfectamente, hasta su recrecimiento como presa de gravedad por razones puramente hidroeléctricas (19).

Como puede verse, la prioridad de las presas vascas sobre todas las citadas no ofrece duda. Existe, sin embargo, en España otra presa de contrafuertes del siglo XVIII, la de Albuera

de Feria, en la provincia de Badajoz (fig. 10). Pero hay prueba documental de la fecha de su construcción: 1747, por orden del Obispo Don Amador Merino (20). Es, por tanto, once años posterior al libro de Villarreal, y al publicarse éste, su autor había ya construido cuatro de sus



Figura 10.

presas de contrafuertes y tenía en ejecución la quinta. Podría pensarse en que Albuera de Feria se proyectara teniendo en cuenta lo indicado en el libro. Pero, no es así; es de mayor altura (unos 20 m originalmente), pero su dimensionamiento creo responde a normas mucho más primitivas. Aunque sería necesario estudiarla con completo detalle y delimitar los sucesivos recrecimientos, tengo la impresión después de visitarla de que se proyectó básicamente como presa de gravedad (para lo que su perfil es ampliamente suficiente). Y en cuanto a los contrafuertes, no sabemos porqué fueron construi-

dos. Lo que no es extraño, pues lo mismo nos pasa en otras obras de arquitectura antigua; pero en cualquier caso no partiendo de un concepto claro de la forma de trabajo de la estructura.

En el libro de Smith sobre presas españolas (21) se afirma que en las construidas por Villarreal no se desarrollan totalmente las posibilidades de la bóveda. Y ello porque "mientras los paramentos de aguas abajo son una serie de arcos, los de aguas arriba, con una sola excepción, son rectos y verticales". La excepción a que se refiere es la presa de Laisota; vamos a ver en seguida que también tiene paramento inclinado la presa de Bedia, la más importante de sus obras. Y esta inclinación es la única regla que da en su libro, incluso para las presas de gravedad que tenían también entonces, en el País Vasco, el paramento de aguas arriba ataluzado; aunque no podemos asegurarlo, muy probable es que lo tengan también las otras tres presas, que hemos visitado por última vez antes de leer el libro de Smith. Si no se hace un verdadero plano de la obra — como nosotros hemos hecho en Bedia — es difícil darse cuenta de ello, siendo estructuras de tan poca altura y en las que el agua vierte prácticamente siempre sobre coronación. Y la inclinación del paramento de aguas arriba — con su efecto estabilizador — es una de las características más típicas de la mayoría de las actuales presas de contrafuertes.

Voy, a continuación, a describir y a intentar fechar las cinco presas de contrafuertes que Villarreal proyectó y construyó.

Un primer grupo está constituido por las dos cercanas a la Villa de Marquina. Se refiere a ellas en esta forma: *La Presa de Ansotegui y la de Barroeta, ambas en Marquina, la primera de un arco, y la segunda de dos, se han fabricado en esta forma, y han quedado hermosas, fuertes, y muy a gusto de sus dueños.* La alusión a los dueños hace, en principio, suponer que no eran propiedad de Don Pedro Bernardo, aunque quizá sí de familiares suyos.

Son estas presas las de menor importancia y, sin prueba objetiva, creo que las más antiguas, aunque proyectadas con las mismas normas que las otras. Sólo podemos afirmar que se construyeron entre 1688 — fecha en que comenzó a trabajar Villarreal — y 1735; año en el que podemos suponer escribió el libro, y casi

seguramente en la segunda mitad de este período.

La presa bóveda de Ansótegui, en el río Urco (figura 11) tiene el estribo derecho sobreleva-

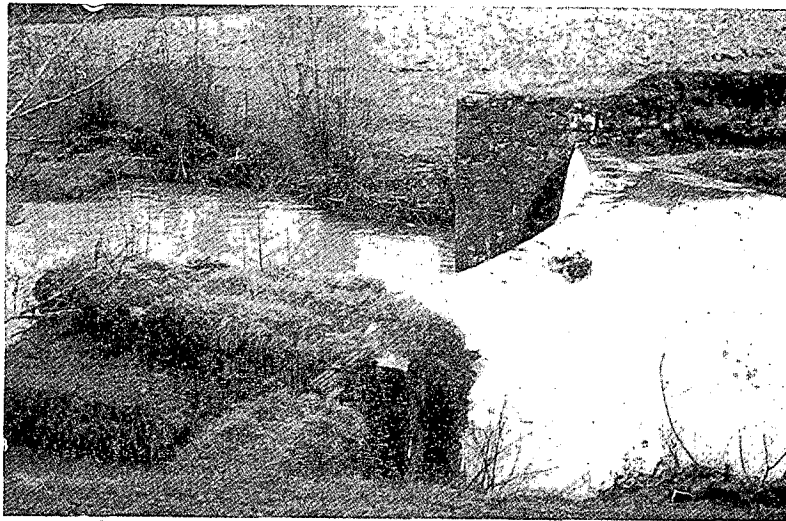


Figura 11.

do, quizá para guiar la lámina vertiente, y en el izquierdo un muro con contrafuertes, perpendicular a la obra. Se encuentra situada aproxi-

también muy cerca de la Villa, al Norte, junto a la carretera que va a Ondárroa (fig. 12).

La obra más importante y a la vez más perfecta de Villarreal es la presa de Bedia; y ello

no sólo por su tamaño y acertadas proporciones, sino por su situación en un río más caudaloso, el Ibaizábal. No he encontrado ningún

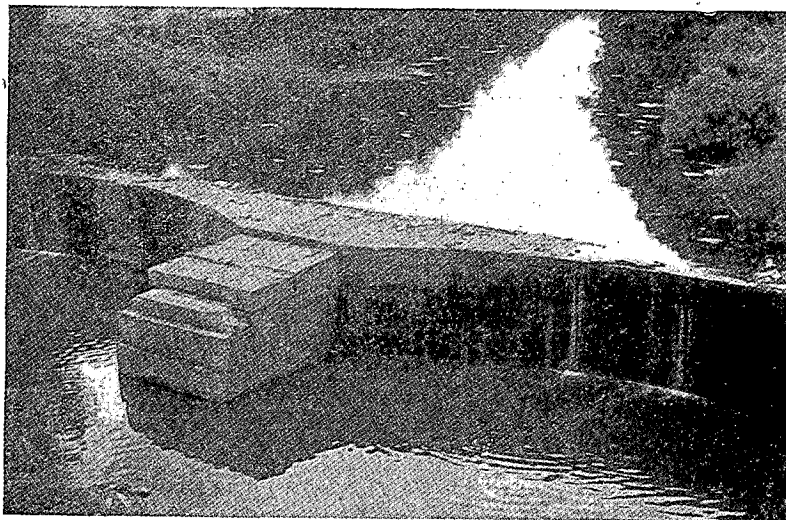


Figura 12.

madamente a un kilómetro de Marquina, siguiendo la carretera de Elgóibar.

La presa de Barroeta, que hoy se conoce con el nombre de Osiyán, en el río Artibay, está

dato de que la ferrería para la que derivaba las aguas fuera propiedad de Villarreal. Sólo aparece que la compró en el siglo XVIII, sin indicar fecha y junto con la Torre de Tosubando, el Ca-

ballero de Calatrava D. José Domingo de Gortázar y Arandía, que quizá era pariente suyo. Hoy la presa es propiedad de Cementos Lemona y se utiliza para producción de electricidad.

Esta obra sí puede fecharse con exactitud. Dice el libro: *También se ha fabricado en Bedia,*

ños (7,60 m), están separados por cuatro contrafuertes.

Las dos presas restantes están en las cercanías de Guizaburuaga y en el río Lea. Entre las dos se encuentra la presa de Bengolea, de gravedad, que derivaba el agua para la muy im-

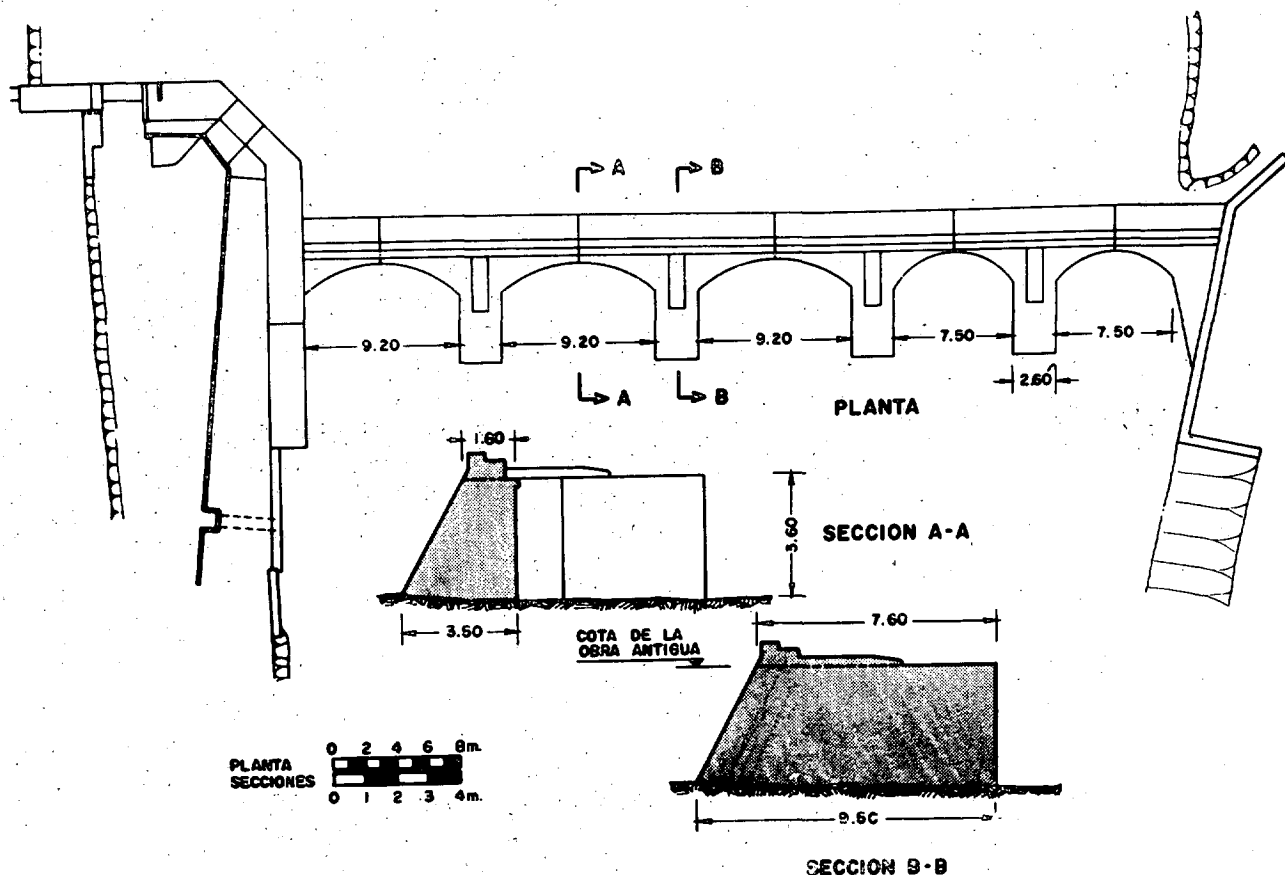


Figura 13.

cerca de Vilbao, en el Río caudaloso, que pasa por dicho Bedia, y Galdácano, una Presa con cinco arcos, después que se llevó la que se fabricó en el mismo sitio, avrá dos años, muy costosa, de piedra, en un arco; pero siendo su cuerda ciento y noventa pies, no pudieron tener tirantes las dobelas, y se la llevó el agua: y se ha visto la firmeza con que ha quedado esta nueva de cinco arcos. Se construyó, por tanto, en 1734 o en 1735.

En la figura 13 damos un plano detallado reciente, y en la 14 una fotografía de esta notable estructura. Cinco arcos, tres casi iguales, de cuerda poco mayor de 9 m y dos más peque-

portante ferrería que Villarreal construyó, así como el puente situado aguas abajo. Ambas obras subsisten cerca de la citada Torre de Bengolea.

La presa de Guizaburuaga, hoy llamada de Arencibia-Errota, está situada a unos tres kilómetros aguas abajo del pequeño núcleo urbano. En el libro se la cita en la forma siguiente: *Yo edificué en Guizaburuaga otra en la misma forma con tres arcos de desiguales cuerdas, por aprovechar unos peñascos levantados: y no llegando a la altura, que necesitó la presa, sirvieron de estrivos unas piedras grandes de una vara de alto, encarceladas en la peña, en que*



Figura 14.

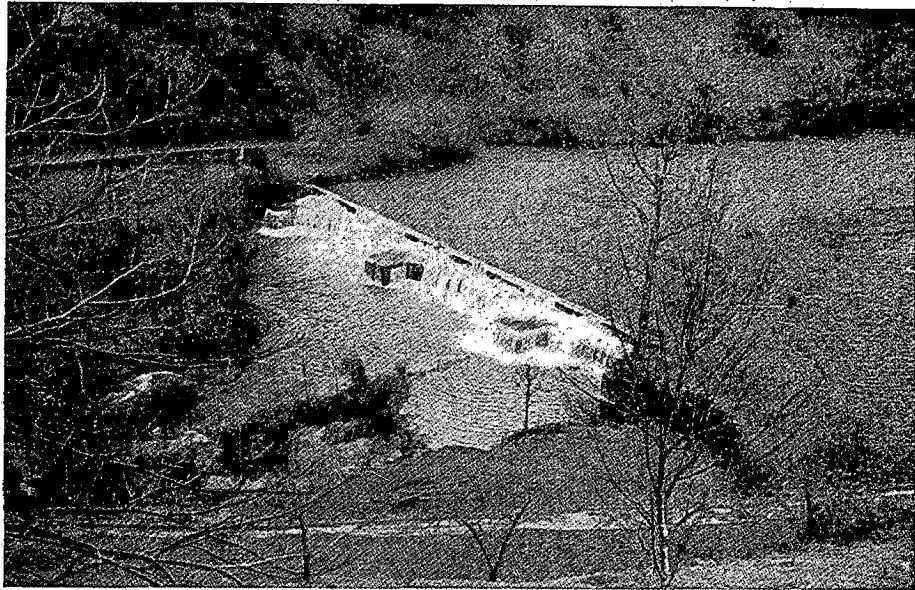


Figura 15.

se les abrió la cama a pico, y se aseguraron con tres gruesas gavillas de hierro emplomadas, metidas la mitad en la peña, y la otra mitad en la piedra, que acaba en punta, haciendo el juego de dovela, y salmer por ambos lados: lo que a cualquier Artifice hace armonía al verlo, pues se reparan tres arcos sin estrivos.

Estos tres arcos tienen cuerdas de 9, 10,50 y 7,50 m. El espesor de los contrafuertes es de

un alquiler de 175 pesetas al año. Después la obra parece haber dejado de ser rentable.

* * *

De los que me han ayudado para poder juntar estas noticias sobre D. Pedro Bernardo y sus trabajos, quiero expresar mi agradecimiento, en primer lugar, a sus dos descendientes directos: Doña Pilar Manso de Zúñiga, viuda de

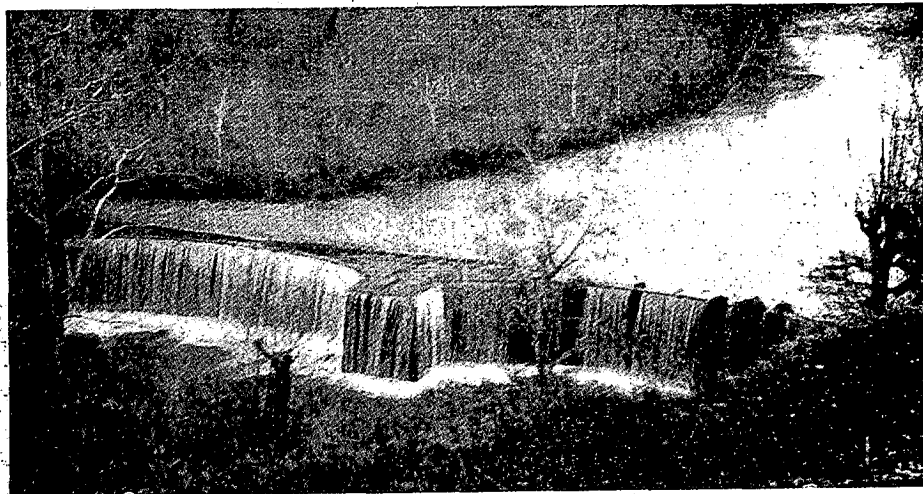


Figura 16.

dos metros. La fecha de construcción sólo puede fijarse dentro de los límites que establecimos para las dos de Marquina (fig. 15).

Finalmente, la presa de Laisota (fig. 16) es la que dice en el libro está labrando; debió terminarse, por tanto, en 1736 o en 1737. Es de dos arcos y sus características son las que aparecen en la figura 2 del libro de máquinas hidráulicas.

Las presas de Arencibia-Errota y Bengolea son hoy propiedad de Iberduero. El molino de Bengolea pagaba a esta Sociedad hasta 1958,

Adán de Yarza, que me ha mostrado la Torre de Uriarte y el archivo, que ella mantiene con amoroso cuidado. Y Gonzalo Manso de Zúñiga, Director del Museo de San Telmo, de San Sebastián, que me prestó su ejemplar del libro y las cartas originales de Yrisarri.

También a Alvaro del Valle Lersundi, Presidente de la Sección de Guipúzcoa de la Real Sociedad Vascongada de los Amigos del País, y al compañero José Orbegozo, Consejero de Iberduero.

NOTAS

(1) Colaboraron en esta busca los compañeros Emerico Cuadrado, entonces Jefe de Obras de Zadorra, y Francisco Ruiz de Velasco. También nuestro gran amigo Juan de Escauriza, prematuramente fallecido.

(2) "Unas presas antiguas españolas de contrafuertes". Revista *Las Ciencias*, año XIV, núm. 1, 1947.

(3) Se conserva en la Torre de Uriarte, como el de la figura 4.

(4) Es una curiosa coincidencia que, cerca de Villarreal y Ulivarri-Gamboa, Zadorra construyera sus dos presas de contrafuertes. Se describen en A. del Aguila: "Proyectos de aprovechamiento de las aguas de los ríos

Zadorra y Bayas". *REVISTA DE OBRAS PUBLICAS*, octubre 1948.

(5) Extracto de datos proporcionados por Gonzalo Manso de Zúñiga. Las principales fuentes originales son el "Nobiliario", de Domingo de Lizaso (1693) y los datos que Villarréal aportó para su cruzamiento de Caballero de Santiago.

(6) "La villa de Lequeitio en el siglo XVIII. Descripción anónima". Prólogo y transcripción de Pedro Aguado Bleye. Bilbao, 1921.

(7) "Los vascos". Madrid, 1953, pág. 253.

(8) Sobre ferrerías vascas puede consultarse, Julio Caro Baroja: "Sobre maquinarias de tradición antigua y medieval". *Revista de Dialectología y Tradiciones Populares*, tomo XII, 1956.

(9) A veces también debía utilizarse esta madera en obras de ingeniería civil. En carta de su administrador, le informá de las necesidades de pilotes para la barra de Portugalete, *habiéndolo venido Ingeniero de Francia para la obra... que parece se seguirá con calor.*

(10) Boletín de la Real Sociedad Vascongada de los Amigos del País, año V, cuadernos 1 y 2, San Sebastián, 1949.

(11) Algunos de estos matemáticos no debían ser muy buenos. Leemos en la relación, refiriéndose a la bola que iba a coronar la torre de Nuestra Señora la Antigua: *Habiéndose medido quanta agua cabía en esta bola nueva, después de varias disputas y cantidades que regulaban algunos matemáticos, según su alto y ancho; todos*

erraron bastante por ser de figura circular, y se halló caber en ella onze radas y tres picheles de agua.

(12) Otras fuentes principales de este apartado son E. J. de Labayru: "Historia general del Señorío de Vizcaya", 1901, tomo VI, y J. de Ybarra y P. de Garmendía: "Torres de Vizcaya", CSIC, tomo III.

(13) H. R. Trevor-Roper: *Religion, the Reformation & Social Change*. Londres, MacMillan, 1967. Nos referimos al primer ensayo: *The General Crisis of the Seventeenth Century*.

(14) "La introducción de la ciencia en España". Ediciones Ariel, 1969.

(15) *Le hasard et la nécessité*. París, Seuil, 1970.

(16) J. M. López Piñero, *Op. cit.* y su importante bibliografía.

(17) Están reproducidas en Norman A. F. Smith, *The Heritage of Spanish Dams*. Madrid, 1970. Y la primera (que trata de las presas) en el artículo citado de Aguila.

(18) Deberían en tal caso consultarse una serie de artículos, todos publicados en *Technology and Culture* por Spencer, Reti y Wulf, entre 1963 y 1967.

(19) U. S. Bureau of Reclamation: *Treatise on Dams*, II, C. V. Davis: *Handbook of Applied Hydraulics*, Mac Graw-Hill, New York, 1942.

(20) J. Lázaro Urra: "La presa de la Albuera de Feria". *REVISTA DE OBRAS PUBLICAS*, octubre 1936.

(21) Norman A. F. Smith, *Op. cit.*